

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-194859

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.CI.

G06T 7/00  
G06F 17/50  
G06T 17/00  
G06T 9/20  
// G01B 11/24

(21)Application number : 10-370726

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.12.1998

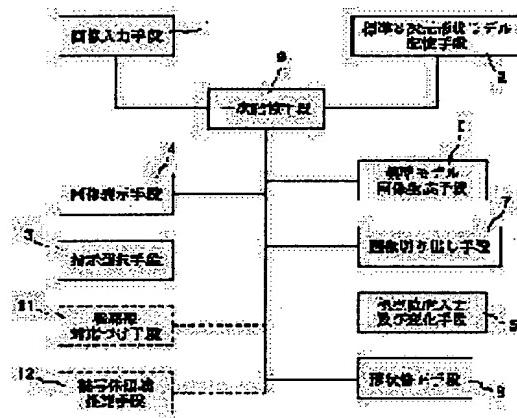
(72)Inventor : MATSUGI MASAKAZU  
TAKAHASHI FUMIAKI  
KONDO TOSHIAKI

## (54) OBJECT SHAPE EXTRACTION METHOD, OBJECT SHAPE EXTRACTION DEVICE AND RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To stably extract the three-dimensional shape of the object from an optional object image regardless of the kind of a background and a photographing condition, etc.

**SOLUTION:** This object shape extraction device for extracting the shape of the object from the object image is provided with an image input means 1 for inputting the object image including an optional background, an image segmentation means 7 for segmenting the object shape from the object image and a shape correction means 8 for correcting the shape of a standard three-dimensional shape model similar to the object based on the segmented object shape.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-194859

(P2000-194859A)

(43)公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(51)Int.Cl.*	識別記号	F I	マーク*(参考)
G 06 T 7/00		G 06 F 15/62	4 1 5 2 F 0 6 5
G 06 F 17/50		15/60	6 2 4 A 5 L 0 9 6
G 06 T 17/00		15/62	3 5 0 A 9 A 0 0 1
9/20		15/70	3 3 5 Z
// G 01 B 11/24		G 01 B 11/24	K

審査請求 未請求 請求項の数39 O.L (全 21 頁)

(21)出願番号 特願平10-370726

(22)出願日 平成10年12月25日(1998.12.25)

(71)出願人 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 真巣 優和  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
 ノン株式会社内

(72)発明者 高橋 史明  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
 ノン株式会社内

(74)代理人 100100893  
 弁理士 渡辺 勝 (外3名)

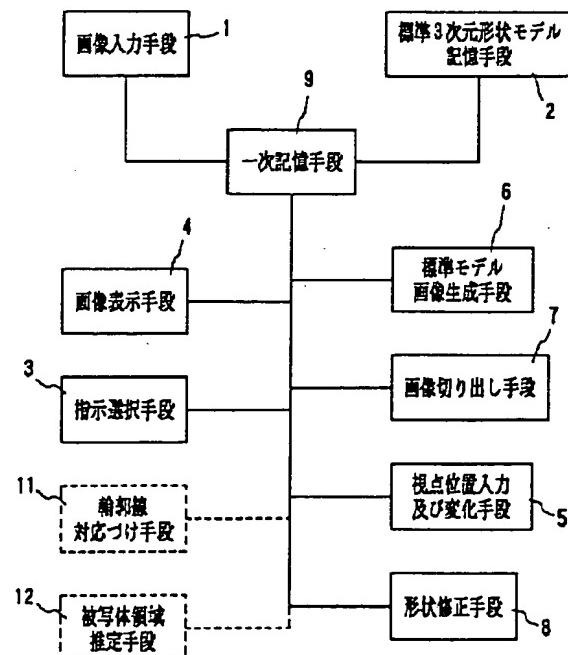
最終頁に続く

(54)【発明の名称】被写体形状抽出方法、被写体形状抽出装置及び記録媒体

## (57)【要約】

【課題】背景の種別や撮影条件などによらず、任意の被写体画像からその被写体の3次元形状を安定して抽出することができるようとする。

【解決手段】被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段1と、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し手段7と、切り出された被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段8とを設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準 3 次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項 2】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、異なる視点位置からの特定の被写体についての任意の背景を含む複数の被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記複数の被写体画像の一つから被写体形状を切り出す第 1 の画像切り出しステップと、既に切り出された被写体形状に基づき、他の視点位置での前記被写体画像での被写体領域の推定を行う被写体領域推定ステップと、推定された被写体領域の形状に基づいて、当該他の視点位置での被写体画像から被写体形状の切り出しを行う第 2 の画像切り出しステップと、切り出された複数の前記被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準 3 次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項 3】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記被写体の形状に類似する所定の標準 3 次元形状モデルの入力を行う形状モデル入力ステップと、前記標準 3 次元形状モデルを所定視点位置から見た画像を生成する標準画像生成ステップと、前記標準画像生成ステップで生成された画像の輪郭線データを前記被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定する初期輪郭設定ステップと、前記初期輪郭の内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、前記標準 3 次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項 4】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、任意の背景を含む被写体画像および対応する視点位置を入力する画像入力ステップと、前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し

ステップと、

切り出された被写体形状および前記被写体形状に対応する前記視点位置に基づき、前記被写体に類似する標準 3 次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項 5】 前記第 2 の画像切り出しステップが、推定された前記被写体領域の輪郭を前記被写体画像に重畳して表示する輪郭表示ステップと、該表示された輪郭を修正する輪郭修正ステップとを有する請求項 2 に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 6】 前記被写体領域推定ステップが、前記第 1 の画像切り出しステップの対象となった被写体画像と当該被写体領域推定ステップでの現視点位置での被写体画像間の対応点を抽出するステップと、該対応点と当該第 1 の画像切り出しステップでの切り出し領域とから前記現視点位置での被写体領域を推定するステップとを有する請求項 2 に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 7】 前記立体形状修正ステップが、切り出された被写体形状の輪郭線と対応する標準 3 次元形状モデルの標準モデル画像の輪郭線との間の対応点を抽出する対応点抽出ステップと、該対応点間の変位ベクトル分布を求める変位ベクトル抽出ステップと、該変位ベクトルに基づいて前記標準モデル画像の輪郭線に対応する前記標準 3 次元形状モデル上の各点をその法線方向に所定量変位させることにより立体形状の修正を行うステップと、を有する請求項 3 または 4 に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 8】 前記標準 3 次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とからなる請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 9】 前記標準 3 次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とからなり、前記標準画像生成ステップでは、前記標準 3 次元形状モデルの少なくとも一つの関節位置に関しその関節位置を軸とする前記部分形状間の相対位置及び相対姿勢の変化を与える形状変形を行った 3 次元形状モデルについての所定視点位置からの画像生成を行う、請求項 3 に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 10】 前記標準画像生成ステップが、前記標準 3 次元形状モデルの視点位置を変化させる視点位置変化ステップと、前記視点位置から見た前記標準 3 次元形状モデルの画像を生成して表示するステップと、視点位置を選択する視点位置選択ステップと、を有する請求項 3 に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 11】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、所定の対称軸または対称面を有する少なくとも一つの部

分形状から構成される標準3次元形状モデルを入力する標準モデル入力ステップと、  
前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、  
切り出された被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの前記部分形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項12】 前記標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成して表示ステップと、該標準モデル画像上に前記部分形状の対称軸または対称面を所定の方法で表示するステップと、をさらに有する請求項11に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項13】 前記立体形状修正ステップが、前記部分形状上の輪郭点と前記被写体画像の対応する部分の輪郭点との対応付けを行う対応点抽出ステップと、前記対応点抽出ステップで抽出された対応点間の変位ベクトル分布を求める変位ベクトル抽出ステップと、前記変位ベクトル及び前記対称軸または対称面の種類に基づいて前記部分形状上の所定範囲内の点を所定量変位させる部分形状変形ステップと、を有する請求項11に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項14】 前記立体形状修正ステップが、前記標準3次元形状モデルに関する画像または前記被写体画像のいずれか一方を他方に移動して重ね合わせる画像操作を含む、請求項1, 2, 3, 4及び11のいずれか1項に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項15】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出方法において、  
任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、  
前記被写体に類似する形状の標準3次元形状モデルの画像を入力するステップと、  
前記被写体画像での前記被写体の輪郭線と前記3次元形状標準モデルの画像の輪郭線との対応づけを行い、前記輪郭線どうしの対応点を抽出する輪郭線対応づけステップと、  
前記輪郭線間の対応づけに基づき標準3次元形状モデルの立体形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする被写体形状抽出方法。

【請求項16】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、  
任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、  
該被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、  
切り出された被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項17】 被写体画像からその被写体の形状を抽

出する被写体形状抽出装置において、  
画像を表示する画像表示手段と、  
ユーザの指示・選択が入力する指示選択手段と、  
前記被写体画像から被写体形状の画像切り出しを行う画像切り出し手段と、  
標準3次元形状モデルを所定の視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、  
前記標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段とを有し、  
前記被写体画像の入力、前記被写体画像からの前記被写体形状の画像切り出し、視点位置変化または入力、前記所定視点位置からの標準モデル画像生成、画像切り出し結果に基づく前記標準3次元形状モデルの形状修正、の各処理モードを少なくとも含む処理モードの選択メニューが所定の方法で前記画像表示手段に表示されることを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項18】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、  
異なる視点位置から特定の被写体についての任意の背景を含む複数の被写体画像を入力する画像入力手段と、  
前記被写体画像から被写体形状の切り出しを行う画像切り出し手段と、  
既に切り出された被写体形状に基づき、他の視点位置での被写体画像の被写体領域の推定を行う被写体領域推定手段と、  
切り出された複数の被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有し、  
前記画像切り出し手段が、前記複数の被写体画像の一つから被写体形状を切り出す第1の画像切り出しと、推定された前記被写体領域の形状に基づいて、当該他の視点位置での前記被写体形状を切り出す第2の画像切り出しとを実行することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項19】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、  
任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、  
前記被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を用いる形状モデル入力手段と、  
前記標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、  
前記標準モデル画像の輪郭線データを前記被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定し、該初期輪郭の内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、  
切り出された被写体形状に基づき、前記標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項20】 被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、

任意の背景を含む被写体画像および対応する視点位置を入力する画像入力手段と、

前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、

切り出された被写体形状および前記被写体形状に対応する前記視点位置に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項21】前記被写体領域推定手段が、前記第1の画像切り出しが実行された視点位置での被写体画像と被写体領域推定の対象である現視点位置での被写体画像間の対応点を抽出し、該対応点と第1の画像切り出しでの切り出し領域とから現視点位置での被写体領域を推定する、請求項18に記載の被写体形状抽出装置。

【請求項22】前記形状修正手段が、切り出された被写体の輪郭線と対応する標準3次元形状モデルの標準モデル画像の輪郭線との間の対応点を抽出し、該対応点間の変位ベクトル分布を求め、前記変位ベクトルに基づいて前記標準モデル画像の輪郭線に対応する前記標準3次元形状モデル上の各点をその法線方向に所定量変位させることにより立体形状の修正を行う、請求項19または20に記載の被写体形状抽出装置。

【請求項23】被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、

任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、

前記被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を用いる形状モデル入力手段と、

前記標準3次元形状モデルの視点位置を変化させる視点位置変化手段と、

前記視点位置から見た前記標準3次元形状モデルの標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、

前記視点位置を選択する視点位置選択手段と、

前記標準モデル画像の輪郭線データを前記被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定し、該初期輪郭内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、

切り出された被写体形状に基づき、前記標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項24】被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、

任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、

前記被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を用いる形状モデル入力手段と、

前記標準3次元形状モデルの形状を変化させるためのユーザの指示・選択が入力する指示選択手段と、

前記標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、

前記標準モデル画像の輪郭線データを前記被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定し、前記初期輪郭内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、

切り出された被写体形状に基づき、前記標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項25】前記標準3次元形状モデルが関節を有し、前記指示選択手段に入力する前記指示・選択によって、前記標準3次元形状モデルに対し、少なくとも一つの関節位置を軸とする部分形状間の相対位置、相対姿勢の変化を与える形状変形が行なわれる、請求項24に記載の被写体形状抽出装置。

【請求項26】被写体画像からその被写体の形状を抽出する被写体形状抽出装置において、

任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、

前記被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を用いる形状モデル入力手段と、

前記被写体画像と前記標準3次元形状モデルの標準モデル画像の対応する視点位置を入力する視点位置入力手段と、

前記被写体画像での前記被写体の輪郭線と前記標準モデル画像の輪郭線との対応づけを行い、前記輪郭線どうしの対応点を抽出する輪郭線対応づけ手段と、

前記輪郭線間の対応と前記視点位置に基づき前記標準3次元形状モデルの立体形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする被写体形状抽出装置。

【請求項27】コンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、からなる処理手順を前記コンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

【請求項28】コンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、異なる視点位置からの特定の被写体についての任意の背景を含む複数の被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記複数の被写体画像の一つから被写体形状を切り出す第1の画像切り出しステップと、既に切り出された被写体形状に基づき、他の視点位置での前記被写体画像での被写体領域の推定を行なう被写体領域推定ステップと、推定された被写体領域の形状に基づいて、当該他の視点位置での被写体画像から被写体形状の切り出しを行なう第2の画像切り出しステップと、切り出された複数の前記被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、からなる処理手順を前記コンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 29】 コンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、前記被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力をを行う形状モデル入力ステップと、前記標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た画像を生成する標準画像生成ステップと、前記標準画像生成ステップで生成された画像の輪郭線データを前記被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定する初期輪郭設定ステップと、前記初期輪郭の内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、前記標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、からなる処理手順を前記コンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 30】 コンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、任意の背景を含む被写体画像および対応する視点位置を入力する画像入力ステップと、前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状および前記被写体形状に対応する前記視点位置に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、からなる処理手順を前記コンピュータに実行させるプログラムを格納した記録媒体。

【請求項 31】 前記第2の画像切り出しステップが、推定された前記被写体領域の輪郭を前記被写体画像に重畳して表示する輪郭表示ステップと、該表示された輪郭を修正する輪郭修正ステップとを有する請求項28に記載の記録媒体。

【請求項 32】 前記被写体領域推定ステップが、前記第1の画像切り出しステップの対象となった被写体画像と当該被写体領域推定ステップでの現視点位置での被写体画像間の対応点を抽出するステップと、該対応点と当該第1の画像切り出しステップでの切り出し領域とから前記現視点位置での被写体領域を推定するステップとを有する請求項28に記載の記録媒体。

【請求項 33】 前記立体形状修正ステップが、切り出された被写体形状の輪郭線と対応する標準3次元形状モデルの標準モデル画像の輪郭線との間の対応点を抽出する対応点抽出ステップと、該対応点間の変位ベクトル分布を求める変位ベクトル抽出ステップと、該変位ベクトルに基づいて前記標準モデル画像の輪郭線に対応する前記標準3次元形状モデル上の各点をその法線方向に所定量変位させることにより立体形状の修正を行うステップと、を有する請求項29または30に記載の記録媒体。

【請求項 34】 前記標準3次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とからなる請求項27乃至30いずれか1項に記載の記録媒体。

【請求項 35】 前記標準3次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とからなり、前記標準画像生成ステップでは、前記標準3次元形

状モデルの少なくとも一つの関節位置に関しその関節位置を軸とする前記部分形状間の相対位置及び相対姿勢の変化を与える形状変形を行った3次元形状モデルについての所定視点位置からの画像生成を行う、請求項29に記載の記録媒体。

【請求項 36】 前記標準画像生成ステップが、前記標準3次元形状モデルの視点位置を変化させる視点位置変化ステップと、前記視点位置から見た前記標準3次元形状モデルの画像を生成して表示するステップと、視点位置を選択する視点位置選択ステップと、を有する請求項29に記載の被写体形状抽出方法。

【請求項 37】 コンピュータが読み取り可能な記録媒体であって、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、所定の対称軸または対称面を有する少なくとも一つの部分形状から構成される標準3次元形状モデルを入力する標準モデル入力ステップと、前記被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、前記被写体に類似する標準3次元形状モデルの前記部分形状を修正する立体形状修正ステップと、からなる処理手順を前記コンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 38】 前記標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成して表示ステップと、該標準モデル画像上に前記部分形状の対称軸または対称面を所定の方法で表示するステップと、をさらに有する請求項37に記載の記録媒体。

【請求項 39】 前記立体形状修正ステップが、前記部分形状上の輪郭点と前記被写体画像の対応する部分の輪郭点との対応付けを行う対応点抽出ステップと、前記対応点抽出ステップで抽出された対応点間の変位ベクトル分布を求める変位ベクトル抽出ステップと、前記変位ベクトル及び前記対称軸または対称面の種類に基づいて前記部分形状上の所定範囲内の点を所定量変位させる部分形状変形ステップと、を有する請求項37に記載の記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カメラなどの撮影手段などにより入力された画像から特定の被写体に関する3次元形状モデルを構築する撮像画像処理方法及び装置に関するものである。特に、被写体画像から被写体形状を抽出して3次元形状モデルを構築する被写体形状抽出方法及び装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】従来、撮像して得られる被写体画像から、その被写体に関する3次元形状モデルを構築、復元する技術としては、例えば、特開平4-306782号公報、特公平5-64393号公報、特開平4-86957号公報、特開平8-23356号公報にそれぞれ開

示されている方法がある。

【0003】特開平4-306782号公報に開示されている方法では、スリット光を被写体に照射して所定位からその被写体を1台のカメラで撮像し、この撮像によって得られた被写体画像から特徴点を抽出し、その抽出した特徴点に基づいて被写体の3次元構造情報を算出するスリット光投影法（または光切断法）を用い、被写体画像の各特徴点における3次元座標データを算出する。これにより得られた各特徴点における3次元座標データに基づいて、データベース中に登録されている基本3次元形状ワイヤーフレームモデルを被写体画像に整合して3次元形状の復元を行う。

【0004】特公平5-64393号公報に開示されている方法は、被写体を複数の視線方向から撮影した画像に基づき、各視線方向から見た被写体の形状を反映する被写体存在領域を3次元画像空間内の3次元画素（ボクセル；voxel）の集合として記述し、すべての方向から見た被写体存在領域の共通領域内の3次元画素の集合をその3次元空間内の被写体の3次元形状として求めるものである。

【0005】特開平4-86957号公報に開示されている方法は、対象の特徴点位置に近赤外線反射テープや背景と異なる色相のマーカを付与して対象物を複数方向から撮像し、得られた画像から標準の3次元形状立体モデルを用いて特徴点または線の3次元座標を抽出する方法である。具体的には、基準となる3次元格子状モデルの各格子点を各方向から計測した結果と照合し、補間して特徴点位置の較正を行い、固定されたカメラ座標系と基準座標系の間の変換テーブルとの変換テーブルを作成した後、マーカなどを付けた測定対象を複数方向から撮像して特徴点の3次元座標化を行うことにより、物体の3次元形状を求める。

【0006】また本出願人による特開平8-23356号公報に開示されている方法は、異なる視点位置において被写体を撮像して得られる複数の画像と、それぞれに対応する視点位置での3次元形状モデルを見たモデルの形状を表す画像（シルエットなど）とを比較して、これらの対応点間の変位ベクトルを求め、その変位ベクトルに基づいて3次元形状モデルの立体形状の修正を行うことにより、被写体の3次元形状を求めるものである。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した方法は、それぞれ以下のような問題がある。特開平4-306782号公報、特開平4-86957号公報に記載の方法では、被写体の3次元形状を直接測定する手段として、スリット光投光手段やマーカを付与する手段など特別な装置が必要である。このことは、装置の小型化、低コスト化を図る上で問題となる。さらには、スリット光投射位置またはマーカ付与位置以外の点においては、補間などの処理により3次元座標を求める必要があ

るため、処理が複雑となるという問題点がある。

【0008】特公平5-64393号公報に開示されている方法では、視線方向を全方位にわたってまんべんなくとる必要があるため、処理に時間がかかるという問題点がある。また特開平8-23356号公報に記載の方法では、背景として、無地であって色成分が被写体と相当に異なるものを必要とするので、任意の背景にある被写体の形状を求めるのは困難である。

【0009】本発明の目的は、背景の種別や撮影条件などによらず、任意の被写体画像からその被写体の3次元形状を安定して抽出することができる被写体形状抽出方法及び装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の被写体形状抽出方法は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しステップと、切り出された被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする。本発明の被写体形状抽出装置は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、切り出された被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする。

【0011】これにより、任意の背景の被写体画像から、被写体の立体形状を簡単かつ確実に求めることができる。

【0012】また本発明の被写体形状抽出方法は、異なる視点位置からの特定の被写体についての任意の背景を含む複数の被写体画像を入力する画像入力ステップと、複数の被写体画像の一つから被写体形状を切り出す第1の画像切り出しステップと、既に切り出された被写体形状に基づき、他の視点位置での被写体画像での被写体領域の推定を行う被写体領域推定ステップと、推定された被写体領域の形状に基づいて、当該他の視点位置での被写体画像から被写体形状の切り出しを行う第2の画像切り出しステップと、切り出された複数の被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする。これにより、任意の背景の被写体画像から被写体の立体形状を求める処理の自動化が向上し、また立体形状を簡単かつ確実に求めることができる。

【0013】また本発明の被写体形状抽出方法は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を行う形状モデル入力ステップと、標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た画像を生成する標準画像生成ステップと、標準画像生成ステップで生成された画像の輪郭線データを被写体画像上の所定位置に所定

サイズで初期輪郭として設定する初期輪郭設定ステップと、初期輪郭の内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出しきり出しと、切り出された被写体形状に基づき、標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする。これにより、任意の背景の被写体画像から被写体の立体形状を求める処理の自動化がさらに向上し、また立体形状を簡単かつ確実に求めることができる。

【0014】さらにまた本発明の被写体形状抽出方法は、任意の背景を含む被写体画像および対応する視点位置を入力する画像入力ステップと、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しきり出しと、切り出された被写体形状および被写体形状に対応する視点位置に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする。これにより、予め画像入力時に視点位置が画像に付帯して記録されるので、その視点位置に対応する標準モデル画像の生成の自動化、及び、任意の背景の被写体画像から被写体の立体形状を求める処理の自動化が図れる。またその結果として、立体形状を簡単かつ確実に求めることができる。

【0015】本発明においては、切り出し処理の確実化のため、第2の画像切り出しきり出しと、推定された前記被写体領域の輪郭を前記被写体画像に重畠して表示する輪郭表示ステップと、該表示された輪郭を修正する輪郭修正ステップとから構成されるようになるとよい。

【0016】本発明においては、被写体領域推定ステップは、第1の画像切り出しきり出しの対象となった被写体画像と当該被写体領域推定ステップでの現視点位置での被写体画像間の対応点を抽出し、対応点と当該第1の画像切り出しきり出しでの切り出し領域とから現視点位置での被写体領域を推定することを特徴とする。これにより、視点位置が異なる多数の被写体画像から被写体の画像切り出しを行う処理効率が向上し、処理の高速化が図れる。

【0017】さらにまた本発明においては、立体形状修正ステップは、切り出された被写体形状の輪郭線と対応する標準3次元形状モデルの標準モデル画像の輪郭線との間の対応点を抽出し、対応点間の変位ベクトル分布を求め、変位ベクトルに基づいて標準モデル画像の輪郭線に対応する標準3次元形状モデル上の各点をその法線方向に所定量変位させることにより立体形状の修正を行うことを特徴とする。これにより、形状修正の自動化が達成される。

【0018】本発明においては、3次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とかなりっていてもよい。

【0019】さらに本発明においては、標準3次元形状モデルが少なくとも一つの関節と該関節間を連結する部分形状とからなるようにし、標準画像生成ステップにお

いて、標準3次元形状モデルの少なくとも一つの関節位置に関しその関節位置を軸とする部分形状間の相対位置及び相対姿勢の変化を与える形状変形を行った3次元形状モデルについての所定視点位置からの画像生成を行うようになることができる。これにより、関節を有する対象の複雑な形状変化に対応でき、かつ被写体形状抽出の自動化およびメモリ節約が図られる。

【0020】本発明において、標準画像生成ステップは、標準3次元形状モデルの視点位置を変化させる視点位置変化ステップと、視点位置から見た前記標準3次元形状モデルの画像を生成して表示するステップと、視点位置を選択する視点位置選択ステップと、を有することを特徴とする。これにより、様々な視点位置からの標準モデル画像を記録することなく、任意の複数の視点位置からの被写体画像からその被写体形状を抽出することが可能となり、モデルベース立体形状抽出の際の画像データ等に関するメモリ節約が図られる。

【0021】さらに本発明の被写体形状抽出方法は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力ステップと、所定の対称軸または対称面を有する少なくとも一つの部分形状から構成される標準3次元形状モデルを入力する標準モデル入力ステップと、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出しきり出しと、切り出された被写体形状に基づき、被写体に類似する標準3次元形状モデルの部分形状を修正する立体形状修正ステップと、を有することを特徴とする。これにより、比較的複雑な形状を有する対象であっても、対称軸（面）を有する部分形状の指示選択などの単純な操作の反復により、背景の複雑さによらず安定的、かつ確実な立体形状の抽出がなされる。

【0022】本発明の被写体形状抽出装置は、画像を表示する画像表示手段と、ユーザの指示・選択が入力する指示選択手段と、被写体画像から被写体形状の画像切り出しを行う画像切り出し手段と、標準3次元形状モデルを所定の視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段とを有し、被写体画像の入力、被写体画像からの被写体形状の画像切り出し、視点位置変化または入力、所定視点位置からの標準モデル画像生成、画像切り出し結果に基づく標準3次元形状モデルの形状修正、の各処理モードを少なくとも含む処理モードの選択メニューが所定の方法で画像表示手段に表示されることを特徴とする。

【0023】これにより、被写体画像に基づいて標準立体形状モデルの修正が行われることになり、その被写体の立体形状を抽出する処理過程の簡便かつ統合されたユーザインターフェース環境が提供される。すなわちユーザは、処理手順の順番の計画をたてる必要がなく、また中間結果の記録などを視点位置の異なる被写体画像に対してその都度行うことなく、処理過程のある段階で実行

可能な選択メニューを選択して実行するだけで、最終的に被写体の立体形状を求めることができる。

【0024】さらに本発明の被写体形状抽出装置は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を行う形状モデル入力手段と、標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、標準モデル画像の輪郭線データを被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定し、初期輪郭内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、切り出された被写体形状に基づき、標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする。これにより、任意背景下での被写体画像から標準立体形状モデルの画像を用いて被写体の立体形状を抽出する過程が簡単、かつ確実に行うことができる。

【0025】さらにまた本発明の被写体形状抽出装置は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段と、被写体の形状に類似する所定の標準3次元形状モデルの入力を行う形状モデル入力手段と、標準3次元形状モデルの形状を変化させるためのユーザの指示・選択が入力する指示選択手段と、標準3次元形状モデルを所定視点位置から見た標準モデル画像を生成する標準モデル画像生成手段と、標準モデル画像の輪郭線データを被写体画像上の所定位置に所定サイズで初期輪郭として設定し、初期輪郭内部の領域から被写体形状を切り出す画像切り出し手段と、切り出された被写体形状に基づき、標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段と、を有することを特徴とする。これにより、変形可能な被写体について、任意背景下での被写体画像から標準立体形状モデルの画像を用いて被写体の立体形状を抽出する過程を簡単かつ確実に行うことができる。

【0026】本発明においては、指示選択手段に入力する指示・選択によって、標準3次元形状モデルに対し、少なくとも一つの関節位置を軸とする部分形状間の相対位置、相対姿勢の変化を与える形状変形が行なわれるようになることが、好ましい。関節を有する被写体について対応する形状モデルの変形操作を実行することにより、より様々な姿態に対応する画像データを用意することなく、少ないデータ量でのモデルベースの被写体形状抽出が可能になる。

#### 【0027】

【発明の実施の形態】《第1の実施の形態》図1は、本発明の第1の実施の形態における被写体形状抽出装置の要部構成図である。この被写体形状抽出装置は、任意の背景を含む被写体画像を入力する画像入力手段1と、標準3次元形状モデルを記憶する標準3次元形状モデル記憶手段2と、マウスやトラックボールなどポイントイングデバイスを有する指示選択手段3と、CRTなどの画像表示手段4と、ユーザからの指示に応じて視点位置が

入力したり視点位置を変化させる視点位置入力及び変化手段5と、標準3次元形状モデルについて与えられた視点からの画像を生成する標準モデル画像生成手段6と、被写体画像から被写体形状を切り出す画像切り出し手段7と、標準3次元形状モデルの形状を修正する形状修正手段8と、処理の過程において被写体画像や標準3次元形状モデル、視点位置などを格納する一次記憶手段9とから構成されている。標準3次元形状モデル記憶手段2は、標準3次元形状モデルの入力を行う形状モデル入力手段としても機能する。指示選択手段3は、視点位置を選択する視点位置選択手段としても機能する。

【0028】さらにこの被写体形状抽出装置では、後述する説明から明らかになるように、必要に応じて、被写体画像での被写体の輪郭線と標準モデル画像の輪郭線との対応づけを行い、輪郭線どうしの対応点を抽出する輪郭線対応づけ手段11(図示破線)と、すでに切り出された被写体形状に基づき、他の視点位置での被写体画像の被写体領域の推定を行う被写体領域推定手段12(図示破線)とを設けてもよい。

【0029】この被写体形状抽出装置は、専用のハードウェア装置としても、あるいは、汎用のコンピュータ(演算装置)を利用して構成してもよい。具体的には、標準モデル画像生成手段6、画像切り出し手段7及び形状修正手段8(さらには輪郭線対応づけ手段11及び被写体領域推定手段12)は、演算装置の記録媒体に内蔵されるプログラムとして構成してもよいし、あるいは、専用ハードウェアとして構成してもよい。また、画像入力手段1に、標準モデル画像生成手段6、画像切り出し手段7及び形状修正手段8(さらには輪郭線対応づけ手段11及び被写体領域推定手段12)と画像表示手段4とを内蔵させた構成としてもよい。さらには、以下に説明する処理手順のソフトウェアを所定の記録媒体に記録しておき、そのプログラムを読み出して所定の演算装置(コンピュータ)で実行してもよい。

【0030】以下、図1、図2及び図3を参考にして、各構成手段での処理内容などを具体的に説明する。ここではまず、図2のフローチャートと図3を使用して、この被写体形状抽出装置を用いて本発明に基づく被写体形状抽出方法を実施する際の基本処理を説明する。図3(a)～(d)は、画像表示手段4の画面上に表示されるグラフィックユーザインターフェース(GUI)画面の例を示す図である。図3(a)～(d)において、表示画面81上の各選択ボタンのうち、図示斜線が付されているものは、その選択ボタンが選択されていることを示している。

【0031】まず、ユーザは、形状を求めようとする被写体の画像データを画像入力手段1をから一次記憶手段9に入力する(ステップS1)。この場合、図3(a)に示す表示画面81上で、「画像入力」という処理モード選択ボタン82をマウスなどの指示選択手段3を用いて押す(クリックする)ことにより、画像データの入力を

行ってもよい。

【0032】画像入力手段1としては、いわゆる撮影手段（カメラ、ビデオカメラなど）やスキャナ等の画像入力機器の他に、画像データベース、あるいは画像記録媒体からの画像読み出し（ローディング）手段が含まれる。画像入力手段1から入力される被写体画像としては、典型的には、3次元形状を求める被写体がその画像に含まれるものであって、異なる視点位置からその同一被写体を撮影したものが用いられる。被写体の背景は静止していることが望ましいが、それ以外の点に関しては、本発明においては限定されない。なお、図3に示す表示画面81は、画像表示手段4に表示された画面であるが、画像入力手段1がファインダーディスプレイを内蔵する場合には、それに表示してもよい。以下、同様とする。

【0033】次に、参照される標準形状モデルを選択する（ステップS2）。この処理モードへの移行は、図3(b)に示す表示画面81において、「標準形状モデルの画像表示」の選択ボタン83をマウス等の指示選択手段3を用いて押すことなどによってなされる。具体的には、様々な種類の標準形状モデルデータを蓄積記憶した標準3次元形状モデル記憶手段2から一次記憶手段9にモデルデータの正面画像などをローディング（入力）すると、その一覧が画像表示手段4に表示される。ユーザはその中から最も被写体に類似するモデルを選択指示する。なお、図3(b)はこの結果の表示画面81の例を示すものである。

【0034】標準3次元形状モデル記憶手段2に記憶される3次元形状モデルのデータのタイプとしては、例えば、いわゆるワイヤーフレームモデル、サーフェスモデルなどのデータ（「3次元CAD入門」、日経コンピュータグラフィックス、1993年8月号、pp. 153-162）が典型的には用いられる。また、モデルデータは、形状モデルにテクスチャマッピングを施したCG（コンピュータグラフィックス）モデルであってもよい。

【0035】次に、ユーザが視点位置の設定（ステップS3）を行うと、標準モデル画像生成手段6によって、その視点位置から見た3次元モデルの画像が生成される（ステップS4）。この結果の表示画面81の例を図3(c)に示す。標準モデル画像生成手段6は、3次元モデルを所定位置から見た画像を生成するもので、3次元モデルに予めテクスチャデータがマッピングされている場合には、その視点位置から見た標準モデルの画像を生成し、テクスチャマッピングがなされていない場合には、そのシルエット画像、すなわち被写体の輪郭内部を塗りつぶした画像またはその領域のマスク、あるいは配列データを生成する。

【0036】視点位置の選択、設定は、指示選択手段3（あるいは視点位置入力及び変化手段5）を用いるか、キーボードからの数値入力により行う。以下、視点位置

の設定の処理について、図4に示すフローチャートと図5を参照して、簡便な手順の例を具体的に説明する。

【0037】標準モデル画像生成手段6は、まず、図4に示すように、画像表示手段4の表示画面上に、標準3次元形状モデル31の重心位置を原点とする所定の直交座標系の軸及び所定半径の球面30を標準モデル画像に重畠して表示する（ステップS21）。ユーザは、指示選択手段3（マウス）を用い、球面30上的一点を指示して緯度及び経度を指定することにより、標準モデル31の回転軸の方向を定義する（ステップS22）。さらにユーザが指示選択手段3（視点位置入力及び変化手段5）の所定のボタンを押し続けると、標準モデル画像生成手段6は、その回転軸を中心に対象を仮想的に回転した際に、仮想的に固定された視点位置から見える対象モデルの画像を生成し、時々刻々に画像表示手段4に表示する（ステップS23）。ユーザは、画像表示手段4上に表示されたモデル画像を見ながら、被写体画像内の被写体の形状を最も良く表していると判断したモデル画像を選択する（例えば、その時点で回転を止めて、マウスをダブルクリックするなどして選択指示を行う）。すると、自動的にその画像に対応する視点位置が選択される（ステップS24）。なお、この視点位置は標準モデルに固有の対象物中心座標系（この例では上述した直交座標系）内の位置として与えられるものとする。被写体形状と標準3次元形状モデル31の形状が類似するという前提のもとでは、例えば、標準3次元形状モデル31が回転対称軸32を有する場合には、その回転対称軸32を予め球面30に表示して、ユーザに選択させるようにしてよい。

【0038】また、画像入力手段1にモニタまたはファインダ用のディスプレイが搭載されている場合には、標準モデル画像生成手段6によって生成される標準モデル画像を画像入力手段1に送り、そのディスプレイに表示させてもよい。その場合には、被写体の画像と標準モデルの画像を分割画面で並列表示してもよいし、被写体画像中に標準モデル画像を重畠表示してもよい。重畠表示する場合には、標準モデルの領域を着色半透明にして特殊表示する。あるいは、標準モデルの輪郭線のみを重畠表示してもよい。このような重畠表示用の標準モデル画像の生成は、標準モデル画像生成手段6で行ってもよいし、あるいは、画像入力手段1の内部に重畠表示用画像生成手段を設けて行ってもよい。

【0039】以上のようにして、図2のステップS3での視点位置の選択（設定）及びステップS4での標準3次元モデル画像の生成が完了する。

【0040】ところで、被写体画像中の被写体のサイズと標準モデル画像中の標準モデルのサイズとは一般に異なるので、実空間の被写体サイズと形状修正後のモデルのサイズとを合わせるためにには、いずれか一方についてのサイズの正規化を行っておく必要があり、この正規化

は、ステップS 4での3次元モデル画像の生成の後に行われる（ステップS 5）。標準モデルのサイズの変更は、例えば、視点位置と原点との距離を変更することにより見かけ上実行することができる。この際、被写体画像の撮影時の（または仮想的な）倍率と典型的な（またはおよその）被写体サイズを入力することにより、標準モデルのサイズがスケーリングされる。なお、図3(c)に示した結果は、以上のようにして視点位置の設定後、画像サイズの正規化も行われた結果を示す。

【0041】また前者の被写体サイズの変更は、画像入力手段1がズーミング機構を有する場合には、そのモニタ用ディスプレイなどに表示された被写体画像と標準モデル画像を比較しながら、ズーミングなどを行うことにより調整すればよい。

【0042】次に、画像表示手段4のG U I画面において被写体切り出しの選択メニューが選択されると、画像切り出し手段7において、被写体画像から被写体部分の領域を切り出す処理を実行する（ステップS 6）。画像切り出し手段7は、任意の背景から被写体部分領域を分離し、抽出するための画像処理演算部である。この処理モードへの移行は、図3(d)に示す被写体切り出しの選択ボタン84をマウス等の指示選択手段3を用いて押す（クリックする）ことによってなされる。このとき、被写体画像から被写体部分の抽出を行う処理モードへ移行することについてのユーザへの確認を促す表示を行ってもよい。なお、図15(d)は、切り出し処理が行われた結果も表わす。また複数の切り出し手法から所定の手法を選択して画像切り出しを行うことができるよう、それらの手法の選択メニューをアイコンなどで一覧表示してもよい。

【0043】任意の背景を有する画像から特定の被写体を切り出すことが可能な処理手順としては、ユーザが指定した物体または背景上の点の画素値を含む所定範囲の色成分値を有する領域を選択しながら背景の除去または抽出被写体の領域指定を繰り返す方法（特開平8-7107号、特開平8-16779号、特開平7-334675号の各公報など）がある。また、抽出対象の輪郭線を含む大まかな粗輪郭線領域または局所領域を指定し、その指定領域内を細線化またはクラスタリングなどの処理により対象の境界輪郭線を求めて切り出す方法（特開平3-240884号、特開平7-225847号、特開平6-251149号、特開平7-107266号、特開平8-7075号、特開平8-77336号、特公平6-42068号、特公平8-20725号の各公報など）がある。さらに、切り出し対象の画像部分を大まかに囲むように閉曲線（または多角形の境界線）を設定するだけで対象物の形状にほぼ近い切り出しまスク画像を生成する方法（特許2642368号、特開平7-322054号の各公報）もある。本発明では、入力された被写体画像の一つからユーザが指示選択手段3を用い

て被写体部分の領域を分離し、抽出を実行することができればよく、その具体的な手法は問わない。

【0044】次に、形状修正手段8において標準3次元モデルの形状の修正を行う（ステップS 7）。そして、視点位置を変えて上記の一連の処理（ステップS 3～S 8）を繰り返す必要があるかを判断し（ステップS 8）、視点位置を変える必要がなければそのまま処理を終了し、視点位置を変える必要があればステップS 3に戻る。必要に応じて視点位置を変えてステップS 3からステップS 7までの一連の処理を繰り返すことにより、被写体の全立体形状を求めることができる。

【0045】以下、いくつかのケースに分けて、切り出された領域の形状を用いて標準3次元モデルの形状を修正する処理手順について説明する。

【0046】第1に、標準モデルが対称軸（面）を有する場合には、その対称軸（面）を含む断面に投影された標準モデル画像の形状と切り出された被写体領域の形状とを対称軸を同じくして比較し、その間の差異を対応点間の変位ベクトルとして抽出し、3次元空間において、その変位ベクトルに相当する変形を対称軸の種類（回転対称、軸対称など）に応じて行う。そして、回転対称の場合には、投影断面において変形された形状を対称軸の廻りに回転して得られる3次元形状を被写体形状として求める。なお、曲線どうしの対応点の抽出は既存の手法を用いればよい。例えば、Bスプラインで表現された曲線どうしの対応付け（マッチング）による方法（“Affine-Invariant B-Spline Moments for Curve Matching”, Z. Huang and F. S. Cohen, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 5, pp. 1473-1480, 1996）では、標準モデル画像の輪郭と切り出された被写体画像の輪郭を予めBスプライン関数でフィッティングしておき、その両者を文献による方法で対応づけることによって対応点が求められる。その他、可変形状テンプレートとその確率的変形変換処理による方法（“Object Matching Using Deformable Templates”, A. K. Jain et al., IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 18, pp. 267-278, 1996）、弾性的テンプレートマッチングによる方法（“Visual Image Retrieval by Elastic Matching of User Sketches”, A. Del Bimbo and P. Pala, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 19, pp. 121-132, 1997）などがある。

【0047】また第2に、標準モデルが一つの回転対称軸（面）を有しない場合であって、それが近似的に、対称軸（面）を有する複数の所定サイズ以上の部品形状に分解できる場合については、それぞれの対称軸（面）を含む標準モデルの部品形状と、被写体画像から切り出された該当する対称軸（面）を有する被写体領域の部分形状との比較を行う。このような形状の分解は、予め、標準モデルごとに行われているものとする。標準モデルの各部

品の形状は、超2次曲面、NURBS (non-uniform rational B-spline)、Bスプライン曲面などを用いてバラメトリックに関数表現してもよい。例えば、図6(a)～(c)は標準モデルの例を示すものであるが、図6(a)に示すコーヒーカップは、2つの対称軸（面）に関する2つの部品形状（図6(b), (c)）から近似的に構成される。図6(c)は取っ手の部分の上面図(1)、正面図(2)、右側面図(3)を示す。上面図と右側面図に示される対称面は、同一の面を表す。

【0048】この第2のケースでは、標準モデルの立体形状の修正は、対称軸（面）を有する場合と同様にして、各部品形状ごとに行う。ただし、標準モデルの外側輪郭線をなす部品形状の輪郭線上の点と被写体領域の輪郭上の点とについて対応点を求め、さらにそれらの間の変位ベクトルを求める。そのような処理を行うためには、図1に示す装置において、被写体画像での輪郭線と標準モデル画像での輪郭線の対応付けを行い、輪郭線どうしの対応点を抽出する輪郭線対応づけ手段11を設ければよい。以下、図7の処理フローを参照して、ここでの具体的な処理手順を説明する。

【0049】まず、各対称軸（面）を標準モデル画像に重畠して、画像表示手段4に表示する（ステップS11）。次に、標準モデルの形状部品と被写体画像上の対応する部分との対応付けを行う。例えば、ユーザーが一つの対称軸（面）を選択する（ステップS12）と、対応する形状部品が同時に選択され、その部分の輪郭（または領域）が画像表示手段4上で特定の色などで特殊表示される（ステップS13）。切り出された被写体画像上の対称軸（面）の存在する位置に、指示選択手段3を用いて、モデル標準画像上の選択された対称軸（面）を設定する（ステップS14）。この設定は、形状部品の対称軸等の選択、コピー、移動等によって行われる。対称軸（面）が設定されることにより、形状修正手段8は、形状部品の輪郭線部分と被写体画像領域上の対応する部分との対応点を検出し（ステップS15）、それらの間の変位ベクトルを求める（ステップS16）。以上により、対応点と変位ベクトルが求められる。

【0050】ステップS14の対称軸（面）の設定においては、例えば、対称軸（面）の近傍でマウスボタンのダブルクリック、さらに被写体画像上において対応する対称軸（面）が存在する位置でのクリックにより、上述した形状部品画像のコピーおよび移動操作が自動的に実行される。ユーザーが行う操作としては、もちろんこのような手順に限定されるものではないが、本実施形態のように最小限の手間で行われることが望ましい。

【0051】なお、形状部品上の輪郭であって標準モデル上ではもともと他の部品との境界をなしていた輪郭部分については、対応点の検出は行われないものとする。該当する対称軸（面）についての標準モデルの形状部品の変形は、第1の場合と同様に行われる。

【0052】このようにしてユーザーは、標準モデル上の対称軸（面）を選択し、その対称軸（面）を被写体画像上の対応する位置へ移動して設定し、さらに被写体切り出しの実行と部品形状の修正とを一連の処理手順として、各部品形状について繰り返す。ここで対称軸（面）の向きに関しては、視点位置（視線方向）が標準モデル画像と被写体画像とでほぼ同じであるという前提なので、調整する必要はない。なお、標準モデル画像または被写体画像のサイズが適切に正規化されている場合には、対称軸（面）の同定、すなわち標準モデルの対称軸（面）と被写体画像での対応する対称軸（面）の決定を行うことなく、一方の重心と他方の重心とを一致させた後、各部品ごとに被写体画像上の対応点を抽出して変位ベクトルを求めてよい。

【0053】さらに、切り出された領域の形状を用いた標準3次元形状モデルの形状の修正の第3の場合として、被写体が対称軸（面）を有さず、また近似的に複数の対称軸（面）を有する部品形状によつても分解して表現しようとすると部品のサイズが小さすぎ、また部品点数が多すぎてしまう場合には、指定された視点位置から見た標準モデル画像の輪郭線に相当する標準3次元形状モデル上の稜線について、その法線方向に変位ベクトルに相当する量だけ各点を移動し、移動後の各点をスムーズに連結することにより、立体形状の修正を実行する。このとき、予め標準3次元形状モデルをBスプライン曲面、NURBSなどの自由曲面の表現手法（「3次元CAD入門」、日経コンピュータグラフィックス、1993年8月号、pp. 153-162）を用いてバラメトリックに関数表現しておき、上述したように、ある稜線について変形を行い、次にその変位した稜線部分に対応する制御点の位置を求ることにより、特定の稜線部分の変位に滑らかに追随するように、その近傍部分も変形作用を受けるようにしておいてよい。なお、第3の場合の立体形状の修正方法は、他の場合についても当然適用可能である。

【0054】なお、図3(a)～(d)に示す表示画面81上において、処理のある段階で実行可能な処理のメニューを着色などして特殊表示するようにすることもできる。

【0055】以上の説明では、視点位置を選択後、その視点からの標準モデル画像を生成し、その後に被写体切り出し処理と形状モデルの修正を行う手順を示したが、先に複数の視点位置からの被写体画像について被写体切り出しを実行し、その後に一括して標準モデル画像の生成と対応する切り出された被写体画像の選択表示、標準モデル形状の修正を行ってもよい。いずれにしても、中間結果などは自動的に所定のメモリに記憶され、処理モードに応じて読み出されるので、ユーザーは、処理手順の順番について詳細に計画を予め立てる必要はない。また中間結果の記録などを視点位置の異なる被写体画像に対してその都度行うことなく、処理過程のある段階で実行

可能な選択メニューを選択して実行するだけで、最終的に被写体の立体形状を求めることができる。

【0056】《第2の実施形態》関節を有することにより比較的自在に形状が変化しうる非剛体（人物、動物など）の形状抽出に本発明を適用する場合について、図8及び図9を用いて説明する。図8(a), (b)は、関節を有する対象の形状変形の例を示す図であり、図9は、関節を有する対象についての標準モデル形状の変形から立体形状抽出までの過程の処理を示すフローチャートである。被写体形状抽出装置としては、図1に示したものを使用する。

【0057】標準3次元形状モデルが関節を有するとして、まずユーザが、指示選択手段3を用い、その関節位置の移動や関節を軸とする所定の形状パーツの回転などを与えることにより、標準モデルの変形を行う（ステップS31）。形状の変形は、主として、関節をメカニカルなジョイント部分とする各形状パーツ間の相対位置、相対姿勢が変化することによって与えられる。例えば、図8(a), (b)に示すごとく、変形を行うべき部分の関節位置を指示選択手段3により指示して移動を行う。ここで図8(a)は移動前を表わし、図8(b)は移動後を表わす。図8(a), (b)において□印で表示された部分は関節を表し、他の部分は形状パーツである。同様にして、特定の関節とその関節に連結する形状パーツおよび回転軸を指示して、所望の角度の回転を与えることができる。このようにして、本実施形態では、それぞれの形状変化オペレーション（操作）は、GUIを介して直感的につつ簡易に行うことができる。すなわち、関節位置またはパーツの移動では、まず、表示画面上の移動のアイコンをマウスクリックなどで操作して関節またはパーツを指示し、さらに、マウスドローを行うことにより、指示された関節または形状パーツ及びそれに直接または間接的に連結した他の部分が、物理的に連動して移動する。このような形状操作は、3次元CADモデルの手法を用いることにより実現することができる。このように被写体の輪郭と標準モデル画像の輪郭形状とが類似するようにならなければならぬ。

【0058】被写体画像中の被写体の姿態にはほぼ等しくなるよう標準3次元モデルに所望の形状操作を加えた後、第1の実施形態の場合と同様に、視点位置を設定し（ステップS32）、対応する標準モデル画像の生成を行い（ステップS33）、画像サイズの正規化を実行する（ステップS34）。ステップS34において標準モデル画像または被写体画像中の被写体部分のサイズの正規化を行った後、本実施形態では、標準モデル画像の被写体部分の輪郭線をその重心位置が被写体画像中の被写体部分とほぼ等しくなるように設定して、初期輪郭とする（ステップS35）。次に、初期輪郭の近傍領域の画像に基づいて被写体の輪郭の抽出（画像切り出し）を行う（ステップS36）。

【0059】この場合に適用する画像切り出しの手法の一例としては、動的輪郭（"Snakes: Active Contour Models", M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, International Journal of Computer Vision, pp. 321-331, 1988）をベースとした方法がある。動的輪郭法は、エッジ情報から物体の輪郭を抽出する方法であって、輪郭が滑らかであることとエッジ上にあること等を拘束条件として表わしたエネルギー評価関数が最小となるように輪郭線モデルの変形を行うことにより、物体上の輪郭に収束させるものである。これを発展させた具体的な手法としては、例えば、初期輪郭の近傍領域の画像と被写体部分の局所的な領域に関する画像の特徴量との差異に基づいて動的輪郭の輪郭上の点に内向きまたは外向きの外力を作用させる手法（例えば、"Region-Based Strategies for Active Contour Models", R. Ronfard, International Journal of Computer Vision, pp. 229-251, 1994、あるいは、“クラスタリングから得られる領域の記述に基づく動的な輪郭抽出”、栄藤他、電子情報通信学会論文誌D-II, vol. J75-D-II, pp. 1111-1119, 1992など）がある。なお、第1の実施形態と同様、画像切り出しの手法については特に限定にするものではないが、上記の方法は、初期輪郭形状が被写体形状をよく近似する条件において自動的に切り出しが実行可能な方法として、望ましい。したがって、上記の方法を採用した場合には、ユーザの操作としては、基本的には、標準画像の重心と被写体画像の被写体部分の重心とが一致するように大まかに位置合わせするだけよい。

【0060】以上のように画像切り出しを実行したら、第1の実施形態と同様に、標準形状モデルの修正を行い（ステップS37）、視点位置の変更が必要かどうかを判断し（ステップS38）、視点位置の変更が必要なければそのまま処理を終了し、視点位置の変更が必要であればステップS32に戻ってステップS32～S37の処理を繰り返す。

【0061】《第3の実施形態》第3の実施形態の被写体形状抽出装置では、画像入力手段1として、撮影手段であって、内部またはその外部に接続する視点位置検出手段すなわち3次元位置検出手段と、視点位置を画像の付帯情報として記録する手段を搭載したものを用いる。図10は、ここで用いる撮影手段90の要部構成を示すブロック図である。

【0062】この撮影手段90は、レンズ制御機構を含む光学系91と、光学系91によって結像した光学像を映像信号に変換するセンサー手段92と、映像信号を処理する映像信号処理手段93と、各種の制御信号を発生する制御信号発生手段94と、撮影された画像（被写体画像）や標準モデル画像を表示する画像表示手段95と、この撮影手段90の3次元位置を検出する3次元位置検出手段96と、映像信号を符号化する画像符号化手段97と、視点位置情報及び符号化された映像信号を記

録し出力する画像記録及び出力手段 9 8 とによって構成されている。この撮影手段 9 0 は被写体を撮影するものであるから、撮影手段 9 0 の 3 次元位置は視点位置そのものである。制御信号発生手段 9 4 は、映像信号処理手段 9 3 から出力される映像信号と 3 次元位置検出手段 9 6 で検出された視点位置に基づいて、光学系 9 1 、センサー手段 9 2 、画像表示手段 9 5 及び画像記録及び出力手段 9 8 を制御し、画像符号化手段 9 7 に映像信号を出力する。

【0063】3次元位置検出手段 9 6 としては、例えば、磁気変換手段を備えた 3 次元位置検出手段（米国 Polhemus 社製など）に代表される非接触計測手段、メカニカルジョイントを用いた 3D デジタイザ（米国 ADL 社、Immersion 社製など）に代表される接触型計測手段、あるいは画像計測による方法によるもの（本出願人による特開平 9-170914 号公報など）が用いられる。視点位置の絶対値の較正が所定の方法で求めなされている。本実施形態では、磁気変換手段（不図示）を備えた 3 次元位置検出手段 9 6 が、撮影手段 9 0 に内蔵されているものとする。

【0064】次に、第 3 の実施形態の被写体形状抽出装置での処理について、図 1 のフローチャートを用いて説明する。

【0065】まず、被写体画像を撮影手段 9 0 により撮影する（ステップ S 4 1）。撮影時には、被写体画像の撮影ごとに 3 次元位置検出手段 9 6 で視点位置を検出する（ステップ S 4 2）。検出された視点位置は、画像符号化手段 9 7 により圧縮符号化された画像データとともに、その画像の付帯情報として所定のフォーマットで画像記録及び出力手段 9 8 内に記録され（ステップ S 4 3）、あるいは画像記録及び出力手段 9 8 から映像信号の一部として出力される。その後、撮影が終了かどうかをチェックして（ステップ S 4 4）、終了でない場合には、視点位置を変化させ（ステップ S 4 5）、ステップ S 4 2 の視点位置の検出に戻って、同様の処理を繰り返す。

【0066】ステップ S 4 4 で撮影終了の場合には、被写体画像の 1 つを所定の一次記憶手段 9（図 1）に入力し、その際、画像に付帯して記録されている撮影手段 9 0 の視点位置を読み出し（ステップ S 4 6）、上述の実施形態と同様に標準 3 次元形状モデルの選択を行い、読み出された視点位置に対応する位置から見た標準 3 次元モデルの画像を自動的に生成する（ステップ S 4 7）。

【0067】そして、第 2 の実施形態と同様に、標準モデル画像の輪郭線をユーザが指示選択手段 3 を用いて被写体画像上の被写体とほぼ同位置に重ねることにより、初期輪郭を設定する（ステップ S 4 8）。すると、画像切り出し手段 7 によって、画像切り出しがほぼ自動的に行われる（ステップ S 4 9）。なお、第 1 の実施形態において説明したように、指示選択手段 3 を用いたマニュ

アル操作により、切り出しを実行してもよい。また画像切り出し実行後は、上述の各実施形態と同様に、標準 3 次元形状モデルの形状修正処理を実行し（ステップ S 5 0）、その後、次の視点位置での被写体画像の処理を行うか否かを判断し（ステップ S 5 1）、処理を行う場合にはステップ S 4 6 に戻り、行わない場合にはそのまま処理を終了する。

【0068】《第 4 の実施形態》この第 4 の実施形態では、離散的にサンプリングされた被写体画像（連続多視点画像）の特定フレームから被写体切り出し（第 1 の切り出し処理）を実行し、他のフレームについては、第 1 の切り出し処理によって切り出された領域の輪郭形状と動きベクトルの推定に基づき、切り出しをほぼ自動的に実行する（第 2 の切り出し処理）。図 1 2 (a)～(c) は、第 1 の切り出し処理の対象となる特定フレームの選択例を示す図であり、図 1 3 は、ここで主な処理手順をフローチャートとして示したものである。ここでは、被写体形状抽出装置として、図 1 に示した装置であって被写体領域推定手段 1 2 を備えたものが使用されるものとする。

【0069】まず、連続的に変わる視点位置からの被写体画像を撮影し（ステップ S 6 1）、上記の実施形態のいずれかの方法により視点位置の入力（画像の付帯情報として記録）を行う（ステップ S 6 2）。そして、被写体切り出しをユーザの指示（マニュアル操作）を介して行うこととなる特定のフレーム（第 1 の切り出し処理の対象となるフレーム）を、ユーザ選択あるいは自動処理によって選択する（ステップ S 6 3）。

【0070】図 1 2 (a)～(c) は、それぞれ、第 1 の切り出し処理の対象となるフレームの選択例を示す図である。選択されたフレームには、斜線が付されている。図 1 2 (a) は、フレーム番号が一定間隔となるようにフレームを選択する例、すなわち、時間的に等間隔に撮影されたフレームを選択する例を示している。図 1 2 (b) は、図 5 に示す球面 3 0 の座標上において、視点位置が所定角度間隔をなすようにフレームを選択する例を示している。ここで、視点位置に対応する球面 3 0 上の角度を  $\theta$  とする。図 1 2 (c) は、画像表示手段 4 上で時系列的に表示された連続多視点画像から、ユーザが任意に切り出し処理用のフレームを選択する場合を示している。

【0071】第 1 の切り出し処理用のフレームを選択したら、選択されたフレームに対し、上述の第 1 の実施形態などと同様にユーザの指定によって画像切り出し処理（第 1 の切り出し処理）を実行する（ステップ S 6 4）。次に、第 1 の切り出し処理の対象とはならなかつたフレームに対し、そのフレームの画像データと既に切り出されている領域とを用いて自動的に被写体部分領域を推定し（ステップ S 6 5）、推定された領域に基づいて画像切り出し処理（第 2 の切り出し処理）を実行する（ステップ S 6 6）。

【0072】第1の切り出し処理は、第1の実施形態に示した方法など、ユーザーによるマニュアル操作によって行えればよい。ただし、自動切り出しが可能な場合にはその限りではない。なお、どのフレーム画像を第1の切り出し処理の対象にするかに関しては、予め固定したフレーム間隔ではなく、ユーザーが任意に設定するようにしてよい。

【0073】次に、第2の切り出し処理による画像切り出しについて、図14のフローチャートを用いて説明する。ここでは、図12(b)に示すように、視点位置の間隔がフレーム間で一定の角度幅をなすように、連続多視点画像が取り込まれているものとする。説明の便宜上、所定の回転軸の廻りに不定間隔の角度幅で螺旋状に順に画像データがサンプリングされているものとする。なお、他のサンプリングの仕方としては、緯度の低い方から高い方へ、かつ経度の低い方から高い方へ、球面30(図5参照)上の赤道面と平行な面内で緯度固定のまま順に撮影し、一周したら次の緯度レベルで一周する要領で被写体画像の撮影を行うやり方でもよい。被写体領域の推定は、被写体領域推定手段12によって行われる。

【0074】まず、未だ画像切り出しが実行されていない現フレームに関して、既に画像切り出しが実行されている画像のうち隣接する視点位置または最も近い視点位置のフレーム(以下、フレームAという)を抽出する

(ステップS101)。その画像について、第1の切り出し処理による画像切り出しによって得られた領域を現フレームの関心領域として定義する(ステップS102)。次に、関心領域の輪郭線上の各点に対して、現フレーム画像内の対応点位置を抽出する(ステップS103)。対応点は、関心領域内の各画素ごとに求めてよい。対応点抽出は、例えば、公知の動きベクトル検出手段または対応点抽出手段を用いて、行うことができる。

【0075】次に、上述のようにして得られた関心領域の輪郭線に関する対応点どうしを滑らかに連結して得られる輪郭線を初期輪郭線とする(ステップS104)。関心領域内の各点について対応点抽出を行った場合には、その対応点存在領域についての輪郭線でもよい。その結果、初期輪郭線内部の領域が推定された被写体領域となる。初期輪郭が定まった後は、前述した各実施形態の方法により、ほぼ自動的に、画像切り出し処理(第2の切り出し処理)が実行される(ステップS105)。具体的には、第1の切り出し処理の結果得られたフレームA内の被写体領域の画像データと背景領域の画像データ、現フレームに対して設定された初期輪郭線、及び現フレームの画像データとを用いて第2の実施形態で挙げた手法を用いる。すなわち、現フレーム上の初期輪郭の近傍領域の画像とフレームAの対応する被写体部分の局所的な領域に関する画像特徴量との差異に基づいて、動的輪郭の輪郭上の点に、内向きまたは外向きの外力を作用させる手法(例えば、"Region-Based Strategies for

Active Contour Models", R. Ronfard, International Journal of Computer Vision, pp. 229-251, 1994、あるいは、"クラスタリングから得られる領域の記述に基づく動的な輪郭抽出"、栄藤他、電子情報通信学会論文誌D-II, vol. J75-D-II, pp. 1111-1119, 1992など)が、好適に用いられる。

【0076】以上のようにして第2の切り出し処理が行われると、次に、視点位置入力及び変化手段5により、視点位置を入力する(ステップS67)。すると、標準3次元形状モデルの選択が行われ、画像生成手段6は、選択された標準3次元形状モデルの標準モデル画像を生成し(ステップS68)、画像表示手段4にその標準モデル画像を表示する。さらに、入力された視点位置に対応する被写体領域(切り出し処理結果)の輪郭線が入力され(ステップS69)、標準モデル画像の輪郭線と被写体領域の輪郭線との対応付けと輪郭線上の各点での変位ベクトルの算出が行なわれる(ステップS70)。この変位ベクトルに基づき、第1の実施形態と同様にして、標準モデルの立体形状修正が行われる(ステップS71)。その後、処理を継続するか、すなわち視点位置を変えて同様の処理を繰り返すかどうかを判断し(ステップS71)、継続する場合にはステップS67に戻り、係属しないときには処理をそのまま終了する。以上の処理によって、被写体の全立体形状が求まる。

【0077】なお、この第4の実施形態における第1の切り出し処理は、視点位置変化によって生ずる被写体の形状変化が顕著な場合に、それぞれの異なる形状について代表的な画像フレームに対して実行すると特に有効であり、視点位置によって被写体形状があまり変化して見えない場合には、一つの視点位置についてのみ第1の切り出し処理を行えばよい。

【0078】以上の説明では、形状修正に先だって、一括して全フレームについての切り出し処理を実行するようになつたが、前記各実施形態と同様に、各視点位置の入力ごとに標準モデル画像を生成し、その結果得られる標準モデルの輪郭線に基づいて、被写体切り出し及び標準モデル形状の修正を行つてもよい。

【0079】《第5の実施形態》この実施形態では、標準3次元形状モデルにおける凸部の修正は、被写体画像の画像切り出しによって得られる形状に基づいて上記各実施形態と同様に行い、凹部の修正については、いわゆる濃淡(陰影)からの形状復元という手法("Numerical shape from shading and occluding boundaries", K. Ikeuchi and B. K. P. Horn, Artificial Intelligence, vol. 17, pp. 141-184, 1981; "ヒトの濃淡画像からの3次元形状推定に関する一つのモデル"、マナスサンワラジ他、信学論(D-II), J-73-D-II, pp. 1789-1791, 1990など)、またはいわゆる光投影法(三次元画像計測、井口、佐藤著、昭見堂)を用いて実行する。濃淡から形状を求める手法では、光源の位置が既知であるこ

と、対象物自身の形状に起因して生じる陰影が対象物自身の表面に投影されていないこと、対象物の面の性質（拡散面か反射面かどうか等）が既知であることなどを前提とする。なお、本実施形態では、予め標準3次元形状モデル上の凹部となる部分が特定されているものとする。また、濃淡からの形状復元の古典的手法を適用するに際しては、凹部の輪郭部分が画像切り出し処理により特定され、かつその輪郭線の各点の3次元空間内法線方向も標準モデルを参照して与えることができるという前提で処理される。

【0080】以下、図15に示すフローチャートを参照して具体的な処理手順について説明する。

【0081】まず、第1の実施形態の場合と同様に、被写体画像の入力（ステップS81）、標準形状モデルの選択（ステップS82）、視点位置の選択（ステップS83）、標準モデル画像の生成（ステップS84）及び画像サイズの正規化（ステップS85）を実行する。これ以降、被写体画像からの画像切り出しや形状抽出処理は、被写体での凹部と凸部とに分かれて行われる。

【0082】凹部については、標準モデル画像を画像表示手段4に表示する際、特定色を用いるなどによって、一見してそれが凹部であると予め決められたルールにより分かるように表示されているものとする。そして、ユーザが凹部の1つを選択すると（ステップS86）、選択部分の凹部がまた別の特定色で表示される。次に、切り出された被写体画像上の凹部に相当する部分と、標準モデル画像の凹部との対応づけが行われる（ステップS87）。この対応づけは、例えば、第1の実施形態での第2のケースにおけると同様の操作によって実行される。すなわち、対応するモデル標準画像上の選択された凹部を指示選択手段3を用いて被写体画像上の対応する位置に置くことにより、特定の凹部部分のコピー、移動、貼り付けに相当する画像操作が実行される。次に、被写体画像上に設定された標準モデルの凹部領域を初期輪郭として、その近傍で被写体画像上凹部領域の抽出（切り出し）を実行する（ステップS88）。被写体画像上での対応する凹部の画像領域の抽出は、領域どうしの対応付けが行える方法であれば、以上と異なる方法で実行しても構わない。例えば、標準モデル画像と被写体画像とを異なる小画面にそれぞれ表示し、一方で標準モデル画像の凹部の指定、他方でその凹部に相当する部分の切り出しを第1の実施形態と同様の方法で独立して実行してもよい。

【0083】以上のようにして凹部の選択と領域抽出がなされると、既に言及した方法によって、凹部に関する立体形状抽出が自動的に実行され（ステップS89）、さらに、標準モデルの対応する凹部の立体形状が修正される（ステップS90）。

【0084】一方、ステップS85での画像サイズの正規化後、上記の凹部の形状抽出と形状修正過程とは別

に、凸部に関し、前述の各実施形態と同様の手順で、被写体の外形状の抽出、すなわち、被写体切り出し処理（ステップS91）と、その結果得られた輪郭形状に基づく標準3次元形状モデルの修正処理（ステップS92）を実行する。切り出し処理が自動化されていれば、この凹部と凸部の各処理過程を同時並列的に行い、ユーザには単に結果（立体形状の修正結果など）だけを示すようにしても良い。

【0085】ステップS90、ステップS92の終了後、次の視点位置に移って処理を継続するかを判断し（ステップS93）、継続すべきであるときはステップS83に戻り、そうでない場合にはそのまま処理を終了する。これにより、以上の2つの処理過程（凹部と凸部）を視点位置を変えながら繰り返し、被写体形状が十分に求まった時点で処理を終了するようになる。

【0086】以上説明した被写体形状抽出装置は、汎用のパーソナルコンピュータやワークステーションなどの計算機に画像入力手段1（あるいは図10に示す撮像手段90）を接続し、被写体形状抽出を実行するための計算機プログラムをその計算機に読み込ませ、そのプログラムを実行させることによっても実現できる。被写体形状抽出を行うためのプログラムは、磁気テープやCD-ROMなどの記録媒体によって、計算機に読み込まれる。図16は、被写体形状抽出装置を構成する計算機システムの構成を示すブロック図である。

【0087】この計算機システムは、中央処理装置（CPU）21と、プログラムやデータ、さらには標準3次元形状モデルを格納するためのハードディスク装置22と、主メモリ23と、キーボード24と、画像表示手段4に相当するCRTなどの表示装置25と、磁気テープやCD-ROM等の記録媒体27を読み取る読み取り装置26と、指示選択手段3として使用されるマウス28から構成されている。ハードディスク装置22、主メモリ23、入力装置24、表示装置25及び読み取り装置26は、いずれも中央処理装置21に接続し、また、画像入力手段1も中央処理装置21に接続している。また、ハードディスク装置22及び主メモリ23は一次記憶手段9として機能する。この計算機では、被写体形状抽出のための上述した各処理手順、特に、標準モデル画像生成手段6、画像切り出し手段7及び形状修正手段8（さらには輪郭線対応づけ手段11及び被写体領域推定手段12）での処理手順を実行するためのプログラムを格納した記録媒体27を読み取り装置26に装着し、記録媒体27からプログラムを読み出してハードディスク装置22に格納し、ハードディスク装置22に格納されたプログラムを中央処理装置21が実行することにより、上述した各処理手順が実行され、被写体形状の抽出が行われる。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、被写体画

像に基づいて標準3次元形状モデルを修正することにより、被写体の立体形状を求める処理過程において、画像サイズの正規化と被写体切り出し処理を行って得られる領域の輪郭形状を用いて、標準3次元形状モデルの修正を行うようにしたので、背景の種別、または倍率などの撮影条件によらずに、任意の被写体画像から安定して被写体形状の抽出を行うことができるようになるという効果がある。

【0089】また本発明は、所定視点位置からの標準形状モデルの輪郭線を利用して任意背景からの被写体切り出しを実行し、また切り出された形状に基づいて標準モデルの形状修正を行うことにより、任意の背景で撮影された被写体画像から被写体の3次元形状を簡単に求めることができるという効果がある。

【0090】さらに本発明によれば、一つも対称軸（面）を有しない対象の立体形状も対称軸（面）を有する形状部品に近似的に分解し、形状部品ごとに對応する被写体画像からその部品に相当する部分形状を切り出し、また標準形状モデルの部品形状を修正する処理を行うようにしたので、比較的複雑な形状を有する対象物でも形状の抽出処理が高速かつ簡単に実行ができる。

【0091】さらにまた本発明によれば、関節を有する標準3次元形状モデルを関節の移動などに追随する変形を行った後、得られる所定視点位置からの画像の輪郭線を利用して被写体画像から被写体部分の形状抽出と標準3次元モデルの形状修正を行うようにしたので、比較的小ないデータ（標準モデル）を用いて、関節を有して比較的自在に変形する対象物の形状抽出が簡単にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の被写体形状抽出装置の構成を示す要部ブロック図である。

【図2】本発明に基づく被写体形状抽出方法の基本処理を示すフローチャートである。

【図3】(a)～(d)は、本発明に基づく被写体形状抽出装置におけるグラフィックユーザインターフェース画面の例及び途中結果の表示例を示す図である。

【図4】視点位置の設定手順の処理を示すフローチャートである。

【図5】視点位置設定時の補助球面の表示例を示した図である。

【図6】(a)～(c)は、標準モデルの例を示す図である。

【図7】被写体が一つも回転対称軸を有しない形状の場合における、形状部品ごとの立体形状抽出過程の処理を示すフローチャートである。

【図8】(a), (b)は、関節を有する対象の形状変形の例を示す図である。

【図9】関節を有する対象についての標準モデル形状の変形から立体形状抽出までの過程の処理を示すフローチャートである。

【図10】3次元位置検出手段と視点位置を画像の付帯情報として記録する手段とを搭載した撮影手段の要部構成を示すブロック図である。

【図11】図10に示す撮影手段を用いて画像入力を行う際の、被写体形状抽出過程の処理を説明するフローチャートである。

【図12】(a)～(c)は、連続多視点画像から第1の画像切り出しによって切り出されるフレームの選択例を示す図である。

【図13】連続的に視点位置が変化する多視点画像列を入力して行う際の被写体形状抽出過程の処理を説明するフローチャートである。

【図14】連続多視点画像列から第2の切り出し処理を実行する過程の処理を説明するフローチャートである。

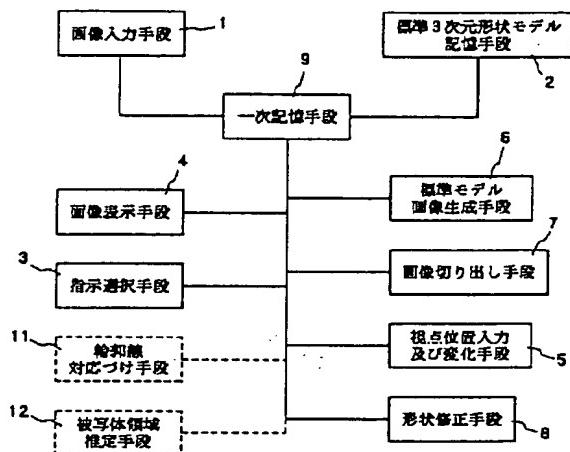
【図15】対象の凹部については陰影からの形状などの手法を併用して選択的に形状抽出を行う過程の処理を説明するフローチャートである。

【図16】被写体形状抽出装置を構成する計算機システムの構成を示すブロック図である。

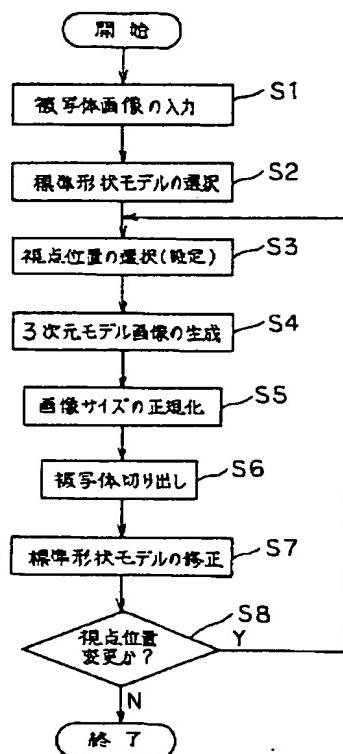
#### 【符号の説明】

- |     |                |
|-----|----------------|
| 1   | 画像入力手段         |
| 2   | 標準3次元形状モデル記憶手段 |
| 3   | 指示選択手段         |
| 4   | 画像表示手段         |
| 5   | 視点位置入力及び変化手段   |
| 6   | 標準モデル画像生成手段    |
| 7   | 画像切り出し手段       |
| 8   | 形状修正手段         |
| 9   | 一次記憶手段         |
| 1 1 | 輪郭線対応づけ手段      |
| 1 2 | 被写体領域推定手段      |
| 2 1 | 中央処理装置         |
| 2 2 | ハードディスク装置      |
| 2 3 | 主メモリ           |
| 2 4 | キーボード          |
| 2 5 | 表示装置           |
| 2 6 | 読み取り装置         |
| 2 7 | 記録媒体           |
| 2 8 | マウス            |
| 8 1 | 表示画面           |
| 9 0 | 撮影手段           |
| 9 1 | 光学系            |
| 9 2 | センサー手段         |
| 9 3 | 映像信号処理手段       |
| 9 4 | 制御信号発生手段       |
| 9 5 | 画像表示手段         |
| 9 6 | 3次元位置検出手段      |
| 9 7 | 画像符号化手段        |
| 9 8 | 画像記録及び出力手段     |

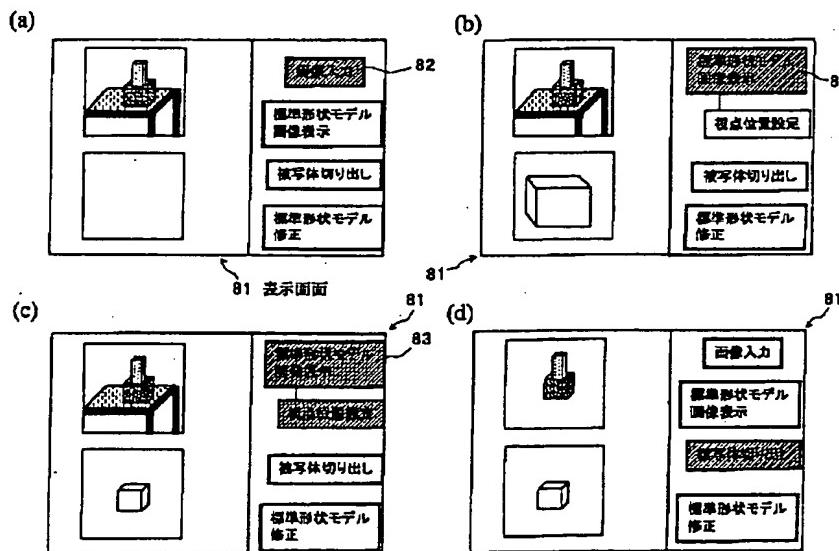
【図 1】



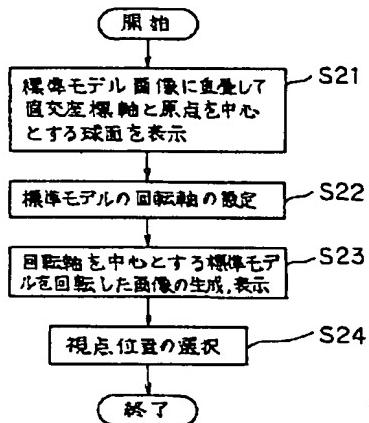
【図 2】



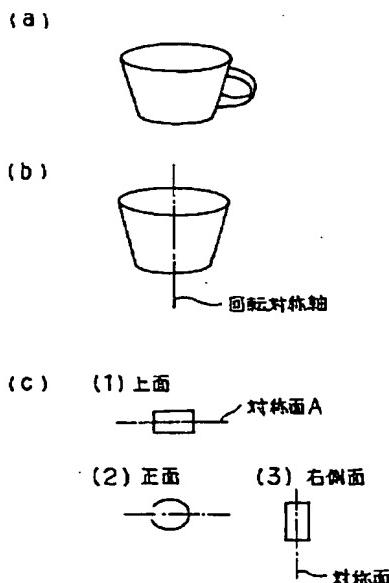
【図 3】



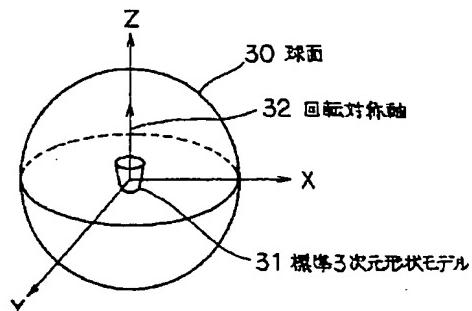
【図 4】



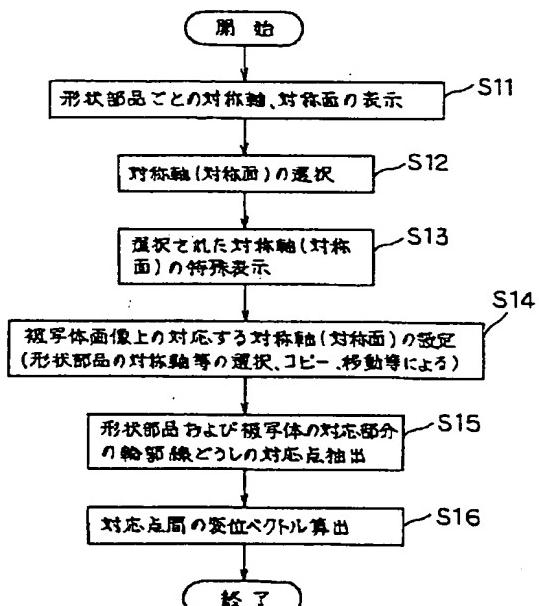
【図 6】



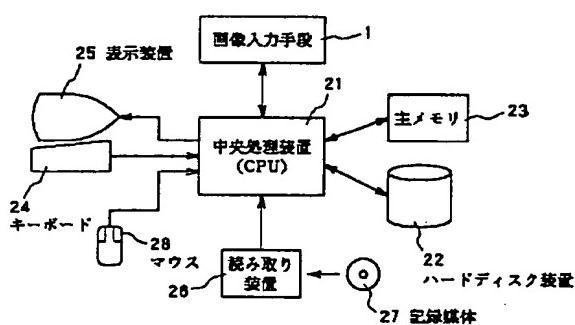
【図 5】



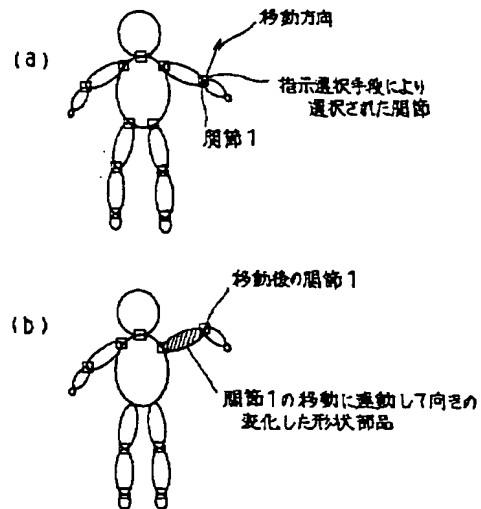
【図 7】



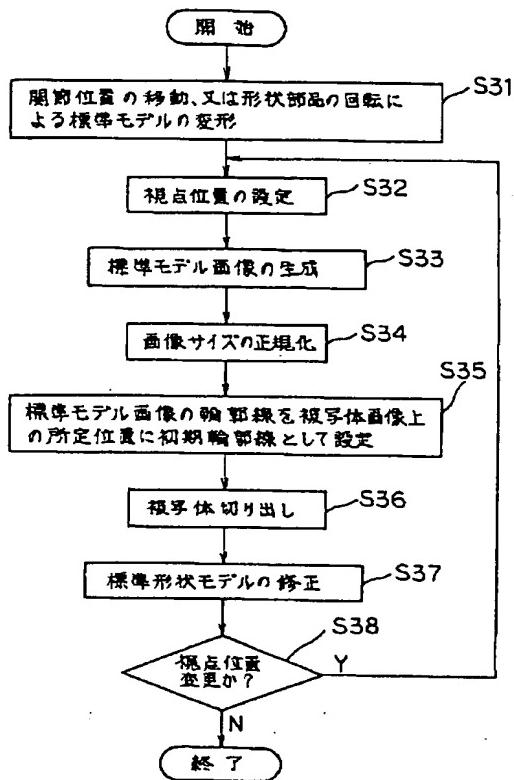
【図 16】



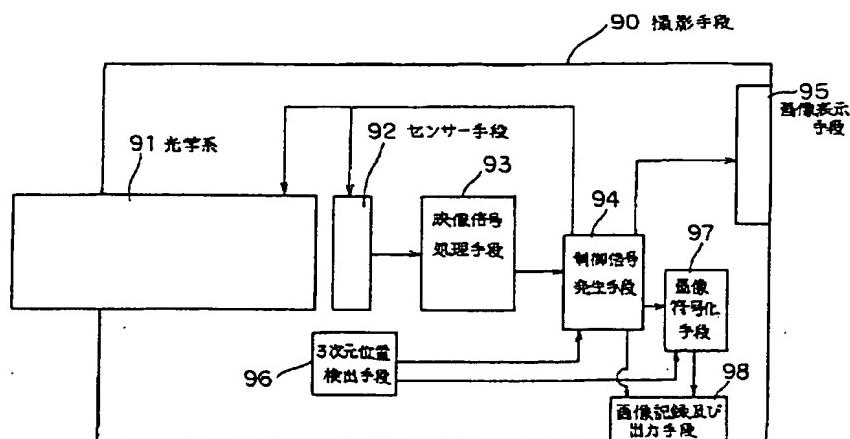
【図 8】



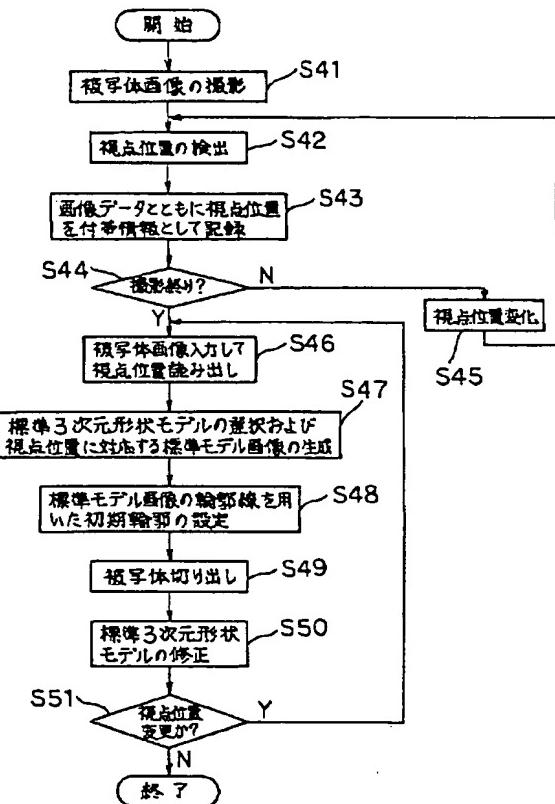
【図 9】



【図 10】



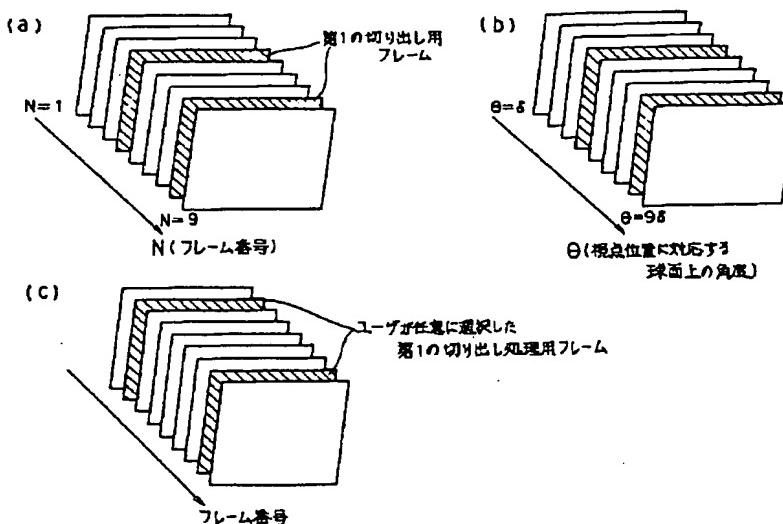
【図 1 1】



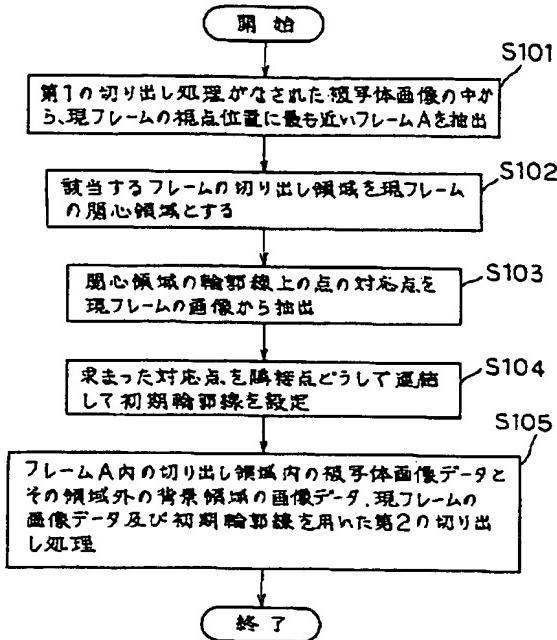
【図 1 3】



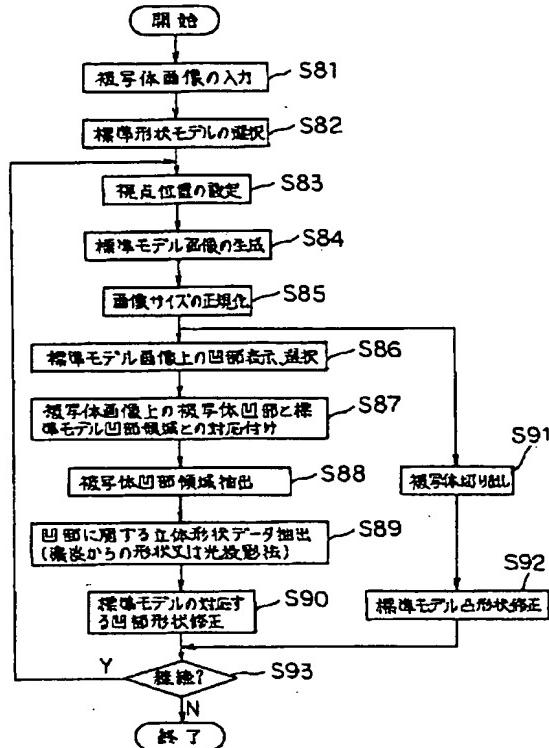
【図 1 2】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72) 発明者 近藤 俊明  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA53 BB05 CC16 DD02  
 DD06 DD07 FF01 FF04 FF05  
 FF67 JJ03 JJ19 JJ26 QQ01  
 QQ24 QQ25 QQ31 QQ37 QQ38  
 QQ42 RR03 SS02 SS13  
 5L096 CA03 EA35 FA06  
 9A001 HH28 HH29

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**